

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session of 2007/2008

October/November 2007

## **EBP 420E – Rubber Engineering** **[Kejuruteraan Getah]**

Duration: 2 hours  
[Masa: 2 jam]

---

Please ensure that this paper consists of SEVEN printed pages and THREE pages APPENDIX before you proceed with the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak dan TIGA muka surat LAMPIRAN sebelum anda memulakan peperiksaan.]*

This paper contains SIX questions.  
*[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]*

**Instruction:** Answer **FOUR** (4) questions. If a candidate answers more than four questions, only the first four questions answered will be examined and awarded marks.

**[Arahan:** Jawab **EMPAT** (4) soalan. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answers to any question must start on a new page.  
*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.  
*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada [untuk KBI] dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

1. [a] A circular disc with measuring diameter of 500 mm and thickness of 20 mm is made of rubber of shear modulus  $G=793$  kPa.

*Satu disk bulat dengan ukuran diameter 500 mm dan ketebalan 20 mm diperbuat daripada getah yang mempunyai modulus ricih  $G= 793$  kPa.*

- (i) Using the classical approach, calculate the force required to compress it by 25%.

*Menggunakan pendekatan klasik, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 25%.*

- (ii) If the statistical approach is used, calculate the resulted force to compress it by 25%

*Jika pendekatan statistik digunakan, kirakan daya yang diperlukan untuk memampatkannya sebanyak 25%.*

- (iii) If the Lindley approach is used, what is the expected result and explain why it is expected to be more accurate.

*Jika pendekatan Lindley digunakan, apakah keputusan yang dijangka dan jelaskan mengapa keputusan yang dijangka adalah lebih tepat.*

(100 marks/markah)

2. The concept of laminated rubber unit is used in bridge bearing and dock fender. Using the appropriate equations and/or sketches, describe.

*Konsep unit getah terlaminaat digunakan dalam galas jambatan dan fender dok. Menggunakan persamaan dan/atau lakaran yang sesuai, perihalkan.*

- [a] Bridge bearing according to British requirement taking into accounts the live loads, dead loads, shape factor, bending, degree of shear, and elongation at break of the rubber.

*Galas jambatan mengikut keperluan British dengan mengambil kira beban hidup, beban mati, faktor bentuk, pembengkokan, darjah ricihan dan pemanjangan pada takat putus getah.*

(60 marks/markah)

- [b] Raykin dock fender and its force-deformation behaviour in terms of shear load, compression load, and total load.

*Fender dok Raykin dan kelakuan daya canggaannya dari segi beban ricihan, beban mampatan dan beban keseluruhan.*

(40 marks/markah)

3. A rectangular rubber block bearing, measuring 50 mm x 75 mm x 10 mm (length x width x thickness), is made of rubber of shear modulus  $G=524$  kPa.

*Satu segiempat tepat blok galas getah yang berukuran 50 mm x 75 mm x 10 mm (panjang x lebar x tebal), diperbuat dengan getah yang mempunyai modulus ricih  $G=524$  kPa.*

- [a] Assume bulk compressibility effects to be negligible, calculate compression and shear spring rates and the ratio  $K_c/K_s$ .

*Dengan andaian kesan mampatan pukal diabaikan, kirakan kadar mampatan spring dan kadar ricihan spring serta nisbah  $K_c/K_s$ .*

- [b] If the rubber bearing is divided into 5 equal thickness sections by rigid shims, the load area and total thickness are the same so the shear spring rate remains unchanged, calculate the new compression spring rates and the ratio  $K_c/K_s$ .

*Jika galas getah dibahagikan kepada 5 bahagian yang mempunyai ketebalan yang sama oleh kepipis tegar, luas pembebanan dan jumlah ketebalan adalah sama agar kadar ricihan spring kekal tidak berubah, kirakan kadar mampatan spring yang baru dan nisbah  $K_c/K_s$ .*

(100 marks/markah)

4. [a] According to inclined mounting model, the force-deformation behaviour of a mounting could be modified based on combination of shear and compression. Sketch the force-deformation diagram of an unlaminated inclined rubber mounting. Describe the force-deformation behaviour when force is applied for three different angles i.e. 0 degrees, 45 degrees, and 90 degrees.

*Mengikut model cagak tercondong, kelakuan daya-canggaan sesuatu cagak boleh diubahsuai berdasarkan kombinasi ricihan dan mampatan. Lakarkan rajah daya-canggaan satu cagak getah tercondong tidak terlaminate. Perihalkan kelakuan daya canggaan cagak ini apabila daya dikenakan bagi 3 sudut yang berbeza iaitu 0 darjah, 45 darjah dan 90 darjah.*

(60 marks/markah)

- [b] What is skid resistance? There are three kinds of different frictional forces generated depending on the different shapes of road surface. Explain these three frictional forces.

*Apakah rintangan gelincir? Terdapat tiga jenis tenaga geseran yang berbeza yang terhasil bergantung kepada perbezaan bentuk permukaan jalan. Jelaskan tiga tenaga geseran ini.*

(40 marks/markah)

5. [a] In many applications, rubber component are used to reduce the transmission of vibration through rubber structures. Explain how the transmissibility parameter is important in vibration isolation of rubber mount and how the types of rubber will influence the transmissibility.

*Dalam pelbagai aplikasi, komponen getah telah digunakan untuk mengurangkan pemindahan getaran melalui struktur getah. Jelaskan bagaimana parameter transmissibiliti penting dalam pengasingan getaran bagi cagak getah dan bagaimanakah jenis getah yang berbeza akan mempengaruhi transmissibiliti.*

(60 marks/markah)

- [b] Define and explain briefly with schematic illustrations the behaviour shown below:

- (i) Hysteresis
- (ii) Non linear behaviour
- (iii) Payne's effect

*Berikan definisi dan jelaskan dengan bantuan gambarajah skematik bagi kelakuan di bawah:*

- (i) Histeresis
- (ii) kelakuan tidak linear
- (iii) Kesan Payne (Payne's effect)

(40 marks/markah)

6. [a] Unprotected vulcanizate has a threshold energy for ozone crack growth  $G_z$  of  $0.09 \text{ Jm}^{-2}$  and for mechanico-oxidative crack growth  $G_o$  of  $30 \text{ Jm}^{-2}$ . The Young's modulus of the vulcanizate is 3 MPa and the largest of the naturally occurring flaws present is equivalent to a crack length 0.02 mm. Calculate the threshold strain in simple extension for each type of cracking. [K taken as 2 and U is  $0.5 Ee^2$  where E is the Young's modulus and e is the tensile strain].

*Satu vulkanizat getah yang tidak dilindungi mempunyai tenaga ambang untuk perambatan carikan akibat ozon  $G_z$  pada  $0.09 \text{ Jm}^{-2}$  dan perambatan carikan akibat oksidatif mekanikal  $G_o$  pada  $30 \text{ Jm}^{-2}$ . Young modulus untuk vulkanizat ini ialah 3 MPa dan kecacatan semulajadi paling besar wujud adalah setara dengan panjang retak 0.02 mm. Kirakan terikan ambang dalam pemanjangan mudah untuk setiap jenis perambatan carikan. [K diambil sebagai 2 dan U ialah  $0.5 Ee^2$  dimana E ialah modulus Young dan e ialah terikan tensil].*

(70 marks/markah)

- [b] Explain the mechanical fatigue of rubber in terms of fatigue crack growth behaviour.

*Jelaskan kelakuan mekanikal fatig untuk getah dalam konteks kelakuan perambatan carikan fatig getah.*

(30 marks/markah)

**APPENDIX**  
**LAMPIRAN**

Table: Material Properties

Shear Modulus, G (kPa)	Young's Modulus, E <sub>o</sub> (kPa)	Bulk Modulus, E <sub>B</sub> (kPa)	Material correction factor
296	896	979	0.93
365	1158	979	0.89
441	1469	979	0.85
524	1765	979	0.80
621	2137	1007	0.73
793	3172	1062	0.64
1034	4344	1124	0.57
1344	5723	1179	0.54
1689	7170	1241	0.53
2186	9239	1303	0.52

Given Equations

$$\partial = E_o e$$

$$\sigma = G(\lambda - \frac{1}{\lambda^2})$$

$$\sigma = G(\frac{1}{\lambda^2} - \lambda)$$

$$\tau = G\lambda$$

$$S = \frac{LB}{2t(L+B)}$$

$$S = \frac{a}{2t}$$